

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Final Examination  
2015/2016 Academic Session

May/June 2016

**JIF 319 – Computational Physics**  
*[Fizik Pengkomputeran]*

Time : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please ensure that this examination paper contains **FIVE** printed pages before you begin the examination.

Answer **ALL** questions. You may answer **either** in Bahasa Malaysia or in English.

Read the instructions carefully before answering.

Total marks is 100. The marks for each question is as indicated at the end of the question.

In the event of any discrepancies in the exam questions, the English version shall be used.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*

*Jawab **SEMUA** soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan **sama ada** dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

*Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.*

*Jumlah markah keseluruhan ialah 100. Markah setiap soalan ditunjukkan di hujung soalan.*

*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

Answer **ALL** Questions.

1. The values of linear momentum  $p$  for 50,000 particles are stored in a file named momentum.in. Write a complete Fortran program with the following specifications:

- Read in the linear momentum and for each momentum calculate the linear velocity  $v$  using the following formula

$$p = mv$$

- Prompt the user to enter the value of  $m$
- Store the values of the linear velocities in an array.
- Calculate the average value of the linear velocities.
- Write all linear velocities that are larger than the average value to a file named larger\_velocity.out.
- Print appropriate message if there is any error to open any of the files.

(35 marks)

2. A relaxation function for the electron spin is given by the formula

$$G(t) = \cos(\omega_0 t + \varphi) e^{-\Delta^2 \pi t}$$

Write a complete Fortran main program and a module to evaluate the relaxation function. The main program will read in the values of all parameters and prints out the value of  $G(t)$ . The formula must be evaluated in the module.

(20 marks)

3. The density of states is given by

$$g_n(E) = \frac{V\omega}{4\pi^2 h^2} (2m)^{3/2} (E - E_n)^{-1/2}$$

Write a Fortran program that calls a user defined function to calculate the value of  $g_n(E)$ . The main program will prompt the user to enter the values of all the needed parameters and pass them to the function. The function shall return the value of  $g_n(E)$  to the main program. The main program will print out the value of  $g_n(E)$  as well as the values of all parameters.

(20 marks)

4. The propagation of elastic waves in a lattice system is characterized by the dispersion relations given by:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{8\alpha}{m}} \sin\left(\frac{1}{4}Ka\right)$$

$$\omega_2 = \frac{\frac{1}{2}\alpha}{m+M} K^2 a^2$$

Write a Fortran subroutine that accepts the values of  $\alpha$ ,  $m$ ,  $M$ ,  $K$  and  $a$  as arguments and returns the values of  $\omega_1$  and  $\omega_2$ .

(15 marks)

5. Convert the following formula to valid Fortran statements:

$$\Delta = \begin{cases} 1.325 + 8.11J^3 & \text{if } J > 4.3 \\ e^{-J^2} & \text{if } J \leq 4.3 \end{cases}$$

(10 marks)

Jawab **SEMUA** soalan.

1. Nilai momentum linear  $p$  untuk 50, 000 zarah disimpan dalam satu fail momentum.in. Tulis satu aturcara Fortran yang lengkap dengan spesifikasi berikut:

- Baca momentum linear dan untuk setiap momentum hitung halaju linear  $v$  dengan menggunakan formula berikut

$$p = mv$$

- Prom pengguna untuk memasukkan nilai  $m$ .
- Simpan nilai-nilai halaju linear dalam satu tatasusunan.
- Hitung nilai purata halaju linear.
- Tulis semua halaju linear yang mempunyai nilai lebih besar daripada nilai halaju linear purata ke dalam satu fail bernama larger\_velocity.out
- Cetak mesej yang sesuai jika ada ralat semasa membuka mana-mana fail.

(35 markah)

2. Satu fungsi relaksasi untuk spin elektron diberikan oleh formula

$$G(t) = \cos(\omega_0 t + \varphi) e^{-\Delta^2 \pi t}$$

Tulis satu aturcara utama Fortran dan satu modul untuk menghitung fungsi relaksasi tersebut. Aturcara utama akan membaca semua nilai parameter dan mencetak nilai  $G(t)$ . Formula tersebut mesti dihitung dalam modul.

(20 markah)

3. Ketumpatan keadaan diberikan oleh formula

$$g_n(E) = \frac{V\omega}{4\pi^2 h^2} (2m)^{3/2} (E - E_n)^{-1/2}$$

Tulis satu aturcara Fortran yang memanggil satu fungsi definisi pengguna untuk menghitung nilai  $g_n(E)$ . Aturcara utama akan memberikan prom kepada pengguna untuk memasukkan semua nilai parameter yang diperlukan dan menyerahkan kepada fungsi. Fungsi akan mengembalikan nilai  $g_n(E)$  kepada aturcara utama. Aturcara utama akan mencetak nilai  $g_n(E)$  dan juga semua nilai paramater.

(20 markah)

4. Rambat gelombang elastik dalam satu sistem kekisi dicirikan oleh hubungan sebaran seperti berikut:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{8\alpha}{m}} \sin\left(\frac{1}{4}Ka\right)$$

$$\omega_2 = \frac{\frac{1}{2}\alpha}{m+M} K^2 a^2$$

Tulis satu subrutin Fortran yang menerima nilai-nilai  $\alpha$ ,  $m$ ,  $M$ ,  $K$  dan  $a$  sebagai argumen dan mengembalikan nilai-nilai  $\omega_1$  dan  $\omega_2$ .

(15 markah)

5. Tukarkan formula berikut kepada pernyataan Fortran yang sah:

$$\Delta = \begin{cases} 1.325 + 8.11J^3 & \text{if } J > 4.3 \\ e^{-J^2} & \text{if } J \leq 4.3 \end{cases}$$

(10 markah)